

MENU

SEARCH

INDEX

BACK

3/3



JAPANESE PATENT OFFICE

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number: 05183511

(43)Date of publication of application: 23.07.1993

(51)Int.Cl. H04B 10/04  
H04B 10/06  
G02F 1/03  
H04B 10/18

(21)Application number: 04018584

(71)Applicant:

NEC CORP

(22)Date of filing: 07.01.1992

(72)Inventor:

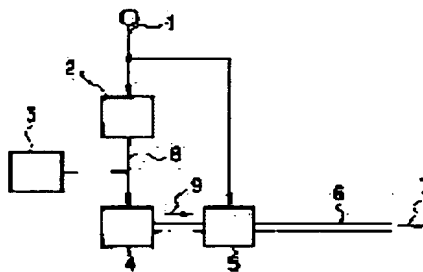
ONO TAKASHI

(54) OPTICAL TRANSMITTER

(57)Abstract:

**PURPOSE:** To compensate the influence of a nonlinear effect of an optical fiber with comparatively simple configuration and circuit by driving a semiconductor laser with the time differentiation signal of a digital signal and transmitting a signal light subjected to frequency modulation and intensity modulation.

**CONSTITUTION:** A semiconductor laser 4 whose optical frequency is shifted in response to an injection current is oscillated while making a bias current flow from a bias current source. The digital signal 1 to be transmitted is branched into two and one digital electric signal 1 is inputted to a differentiation circuit 2, from which a differentiation signal 8 is obtained. A high pass filter composed of a capacitor and a resistor is used simply for the differentiation circuit 2. The differentiation signal 8 is applied to the semiconductor laser 4 and a frequency modulation light 9 is obtained by modulating the injection current and the frequency modulation light 9 is inputted to an optical intensity modulator 5. The optical intensity modulator 5 is driven by the other of the branched digital electric signal 1 and the intensity modulation light 7 is obtained by modulating the light intensity of the frequency modulation light 9.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]  
[Date of sending the examiner's decision of rejection]  
[Kind of final disposal of application other than the  
examiner's decision of rejection or application  
converted registration]  
[Date of final disposal for application]  
[Patent number]  
[Date of registration]  
[Number of appeal against examiner's decision of  
rejection]  
[Date of requesting appeal against examiner's decision  
of rejection]  
[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998 Japanese Patent Office

---

[MENU](#)

[SEARCH](#)

[INDEX](#)

[BACK](#)

(51)Int.Cl. <sup>4</sup>	識別記号	庁内整理番号	FI	技術表示箇所
H04B 10/04				
10/06				
G02F 1/03	502			
		8426-5K	H04B 9/00	L
		8426-5K		M
審査請求 未請求 請求項の数 2(全 5 頁) 最終頁に続く				

(21)出願番号 特願平4-18584

(22)出願日 平成4年(1992)1月7日

(71)出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72)発明者 小野 隆志

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

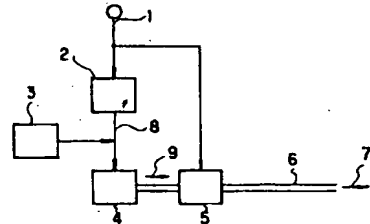
(74)代理人 弁理士 本庄 伸介

(54)【発明の名称】 光送信装置

## (57)【要約】

【目的】 比較的簡便な構成および回路によって、光ファイバの非線形効果の影響を補償することのできる光送信装置を提供する。

【構成】 デジタル信号1の時間微分信号8で半導体レーザ4を駆動して非線形効果による位相回りと逆方向に周波数変調を行う。この周波数変調光9にデジタル信号1に応じて強度変調を行い強度変調光7を得る。この強度変調光7を伝送することにより、受信側において非線形効果による位相回りが補償され、良好に受信することができる。



- 1 デジタル信号
- 2 微分回路
- 3 バイアス電流源
- 4 半導体レーザ
- 5 光強度変調器
- 6 光ファイバ
- 7 強度変調光
- 8 微分信号
- 9 周波数変調光

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 光強度変調方式を用いた光送信器であって、伝送する信号を入力する微分回路と、前記微分回路の出力信号に応じて光周波数に変化する半導体レーザと、前記半導体レーザの出力光を入力し前記伝送する信号に応じて光強度変調を行う光強度変調器とからなることを特徴とする光送信装置。

【請求項2】 光強度変調方式を用いた光送信器であって、単一光周波数で発振する半導体レーザと、前記半導体レーザの出力光を入力し伝送する信号に応じて光位相変調を行う光位相変調器と、前記光位相変調器の出力光を入力し前記光位相変調と同期した前記伝送する信号に応じて光強度変調を行う光強度変調器とからなることを特徴とする光送信装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、光強度変調方式を用いた光送信装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】光ファイバに大きな光強度の光パルス信号を通した場合、光ファイバの非線形効果のひとつであるカー効果によって、自己位相変調が生じ、パルス波形に劣化が生じる。この影響は信号光強度が増加するほど大きくなり、無中継伝送距離を制限していた。

【0003】従来、このカー効果を補償する技術として、入力光強度を最適に調整することにより、自己位相変調による位相回りと分散による位相回りとを相殺し、波形劣化を抑えるという方法が知られている（青木他、「高出力光ブースタ増幅器を用いた直接検波光ファイバ通信における誘導ブリュアン散乱の抑圧」、信学技報OQE 91-114、1991年）。

## 【0004】

$$\Delta\phi = (2\pi n_2 L / \lambda) \cdot I \dots\dots\dots (1)$$

と表すことができる。ただし、 $n_2$  は非線形屈折率、 $L$  は有効相互作用長、 $\lambda$  は信号光波長である。式(1)の

$$\begin{aligned} \Delta\omega &= 2\pi\Delta f = -d(\Delta\phi) / dt \\ &= -(2\pi n_2 L / \lambda) \cdot dI / dt \dots\dots\dots (2) \end{aligned}$$

となる。ここで $\Delta\omega$ は角周波数変化、 $\Delta f$ は周波数変化である。式(2)より、非線形効果によって生じた周波数変化が信号光強度の時間微分に比例していることがわかる。光パルスの光強度変化と周波数シフトの関係を、図2に示す。図2より、光パルスの立ち上がりでは低周波数側（レッドシフト）に、立ち下がりでは高周波数側（ブルーシフト）に信号光の周波数がそれぞれシフトすることがわかる。これより、あらかじめデジタル信号の時間微分信号で半導体レーザを駆動して非線形効果による位相回りと逆方向に周波数変調を行った後に、強度変調をかけた信号光を伝送することにより、受信側において非線形効果による位相回りが補償され、良好に受信することができる。

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の方法では、最適な入力光強度は光ファイバの分散の大きさに依存するため、伝送系の中継距離やレベル設計にかなりの制約が生じることが予想される。例えば、分散シフトファイバを用いた長距離の光増幅多中継系において、中継間隔を長くとるために入力光強度を大きくすると、自己位相変調による位相回りの方が大きくなり、波形劣化が生じる。

【0005】本発明の目的は、比較的簡便な構成および回路によって、光ファイバの非線形効果の影響を補償することのできる光送信装置を提供することにある。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】本願では、上記の課題を解決するための手段として第1及び第2の発明を提供する。第1の発明では、光強度変調方式を用いた光送信器であって、伝送する信号を入力する微分回路と、前記微分回路の出力信号に応じて光周波数に変化する半導体レーザと、前記半導体レーザの出力光を入力し前記伝送する信号に応じて光強度変調を行う光強度変調器とからなることを特徴とする。

【0007】第2の発明では、光強度変調方式を用いた光送信器であって、単一光周波数で発振する半導体レーザと、前記半導体レーザの出力光を入力し伝送する信号に応じて光位相変調を行う光位相変調器と、前記光位相変調器の出力光を入力し前記光位相変調と同期した前記伝送する信号に応じて光強度変調を行う光強度変調器とからなることを特徴とする。

## 【0008】

【作用】第1の発明では、光ファイバの非線形効果のひとつであるカー効果による位相変化が、光強度に比例して生じるという特徴を利用している。すなわち、位相変化を $\Delta\phi$ 、光強度を $I$ とすると、

時間微分をとると、

【0009】第2の発明では、式(1)に示したように、カー効果による位相変化が光強度に比例するという特徴を利用している。すなわち、光強度または変調に用いたデジタル信号に応じて、カー効果による位相回りと逆方向にあらかじめ位相変調を行った信号光を伝送することにより、受信側において非線形効果による位相回りが補償され、良好に受信することができる。

## 【0010】

【実施例】以下、本発明の実施例について詳細に説明する。図1は、第1の発明の第1の実施例を示す。図1において、注入電流に応じて光周波数偏移する1.5  $\mu\text{m}$  帯半導体レーザ4は、バイアス電流源3によって100 mAのバイアス電流が流れ、レーザ発振している。伝

送すべき2.5Gb/s、NRZ (Not Return to Zero) のデジタル電気信号1を2分岐し、一方のデジタル電気信号1を微分回路2に入力し微分信号8を得る。図3に微分回路2の回路例を示す。図3において、コンデンサと抵抗で構成された高域通過フィルタを簡易的に微分回路として用いた。この微分信号8を半導体レーザ4に印加し、注入電流を変調することにより、周波数変調光9を得る。周波数変調光9はニオブ酸リチウム (LiNbO<sub>3</sub>) 製のマッハツェンダ干渉計型の光強度変調器5に入力する。分岐したデジタル電気信号1の他方で光強度変調器5を駆動し、周波数変調光9の光強度を変調することによって強度変調光7を得る。このときの各点での波形を図4に示す。図4において、デジタル信号1と微分信号8との位相は、強度変調光7のパルスの立ち上がり部分に信号光が高周波数側にシフトするように、また立ち下がり部分に信号光が低周波数側にシフトするように調整しておく。この強度変調光7を1.55μmで分散がゼロとなる分散シフトファイバに入射し、100km間隔にエリビウムドープ光増幅器で増幅して光中継実験を行った。総伝送距離は1000kmで、中継器を9台用いた。中継器出力を10dBmに設定した場合、本発明の周波数変調を行わないときには、非線形効果によって約5dBの感度劣化が生じた。本発明の周波数変調を行った場合、感度劣化を0.5dB以下に抑えることができ、本発明の有効性が確認できた。

【0011】図5に第1の発明の第2の実施例を示す。第2の実施例では、半導体レーザと半導体吸収型光強度変調器とを一体に集積化した光変調器集積化光源10を用いている。デジタル信号1の微分信号8は半導体レーザ駆動用電極11に印加して周波数変調を行い、デジタル信号1は光強度変調器用電極12に印加して光強度変調を行う。この構成により、非常に小型の送信器を実現できた。また、光変調器集積化光源10を用いて1000km光中継実験を行った結果、第1の実施例と同様に、感度劣化を0.5dB以下に抑えることができ、本発明の有効性が確認できた。

【0012】図6に第2の発明の実施例を示す。図6において、単一周波数で発振している半導体レーザ4の出力光17をニオブ酸リチウム (LiNbO<sub>3</sub>) 製の進行波型の光位相変調器16に入力し、伝送すべき2.5Gb/s、NRZのデジタル信号1に応じて位相変調する。この光位相変調器16の出力光である位相変調光18を光強度変調器5に入力し、位相変調に同期してデジタル信号1で強度変調することにより強度変調光7を得る。この位相変調された強度変調光7を伝送して1000km光中継実験を行った結果、第1の発明の実施例と

同様に、感度劣化を0.5dB以下に抑えることができ、本発明の有効性が確認できた。

【0013】以上のように、本願発明では、比較的簡便な構成および回路によって、光ファイバの非線形効果の影響を補償することができる。

【0014】以上、本願発明の実施例を3つ説明したが、本願発明はこれら実施例に限定されるものではなく、本発明の範囲内で種々の変形、変更が可能なのはもちろんである。例えば送信用光源として半導体レーザを用いたが、外部からの信号に応じて光周波数偏移するようなレーザ装置であれば、どのような種類のレーザでもその使用は可能である。また、デジタル信号1にNRZ符号を用いたが、RZ (Return to Zero) 符号などの他のいかなる符号形式であってもその使用は可能である。

【0015】

【発明の効果】以上に説明したように、本願発明によれば、比較的簡便な構成および回路によって、光ファイバの非線形効果の影響を補償することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の発明の第1の実施例の構成図である。

【図2】光パルスの光強度変化と周波数シフトの関係を示す図である。

【図3】各点での変調信号と変調された光の状態を示す図である。

【図4】微分回路2の回路例を示す図である。

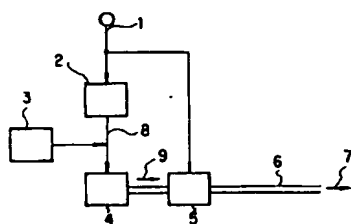
【図5】第1の発明の第2の実施例の構成図である。

【図6】第2の発明の実施例の構成図である。

【符号の説明】

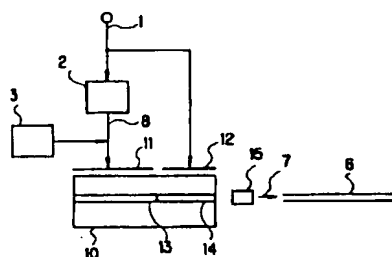
- |    |             |
|----|-------------|
| 1  | デジタル信号      |
| 2  | 微分回路        |
| 3  | バイアス電流源     |
| 4  | 半導体レーザ      |
| 5  | 光強度変調器      |
| 6  | 光ファイバ       |
| 7  | 強度変調光       |
| 8  | 微分信号        |
| 9  | 周波数変調光      |
| 10 | 光変調器集積化光源   |
| 11 | 半導体レーザ駆動用電極 |
| 12 | 光強度変調器用電極   |
| 13 | 活性層         |
| 14 | 吸収層         |
| 15 | レンズ         |
| 16 | 光位相変調器      |
| 17 | 出力光         |
| 18 | 位相変調光       |

【図1】



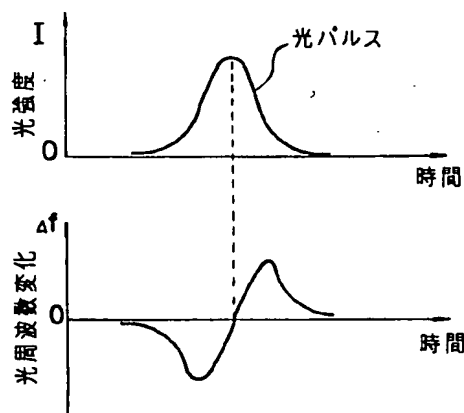
- 1 デジタル信号
- 2 微分回路
- 3 バイアス電流源
- 4 半導体レーザ
- 5 光強度変調器
- 6 光ファイバ
- 7 強度変調光
- 8 微分信号
- 9 周波数変調光

【図5】

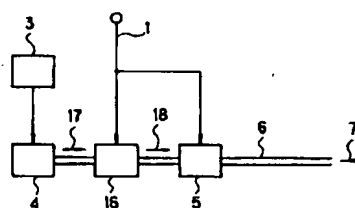


- 1 デジタル信号
- 2 微分回路
- 3 バイアス電流源
- 6 光ファイバ
- 7 強度変調光
- 8 微分信号
- 10 光変調器集積化光源
- 11 半導体レーザ駆動用電極
- 12 光強度変調器用電極
- 13 活性層
- 14 吸収層
- 15 レンズ

【図2】

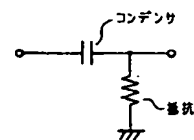


【図6】

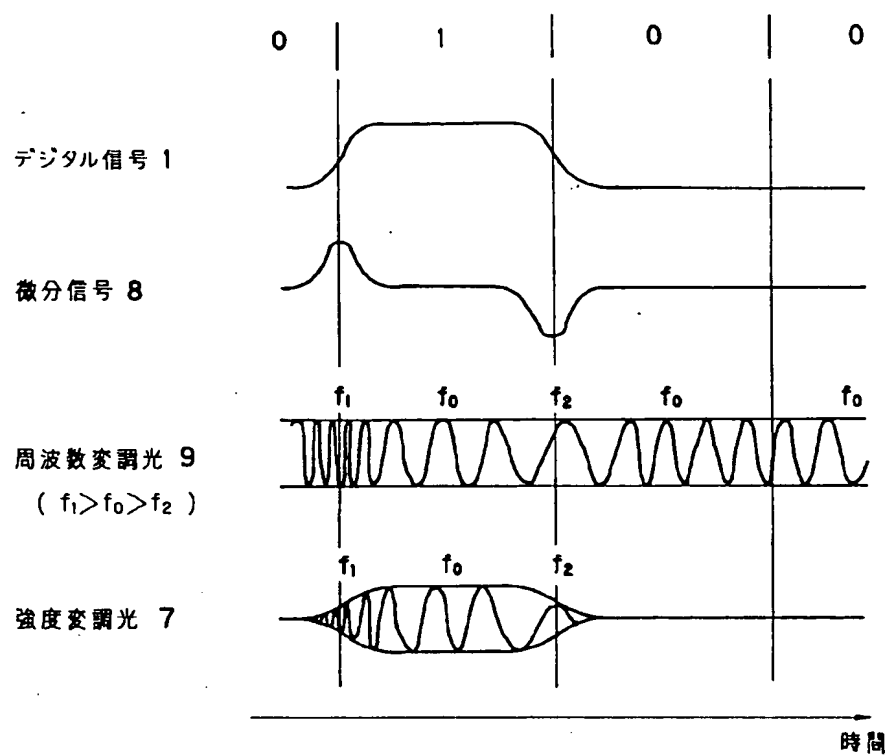


- 1 デジタル信号
- 3 バイアス電流源
- 4 半導体レーザ
- 5 光強度変調器
- 6 光ファイバ
- 7 強度変調光
- 16 光位相変調器
- 17 出力光
- 18 位相変調光

【図4】



【図3】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.<sup>5</sup>  
H 0 4 B 10/18

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所